

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Lampu TL (*Fluorescent Lamp*)

Adalah lampu listrik yang memanfaatkan gas *NEON* dan lapisan *Fluorescent* sebagai pemendar cahaya pada saat dialiri arus listrik. Tabung lampu TL ini diisi oleh semacam gas yang pada saat elektrodanya mendapat tegangan tinggi gas ini akan terionisasi sehingga menyebabkan elektron-elektron pada gas tersebut bergerak dan memendarkan lapisan *fluorescent* pada lapisan tabung lampu TL.

Prinsip Kerja Lampu TL (*Fluorescent Lamp*)

Ketika tegangan AC 220 volt di hubungkan ke satu set lampu TL maka tegangan diujung-ujung starter sudah cukup untuk menyebabkan gas neon didalam tabung starter untuk panas (*terionisasi*) sehingga menyebabkan starter yang kondisi normalnya adalah normally open ini akan '*closed*' sehingga gas neon di dalamnya dingin (*deionisasi*) dan dalam kondisi starter '*closed*' ini terdapat aliran arus yang memanaskan filamen tabung lampu TL sehingga gas yang terdapat didalam tabung lampu TL ini terionisasi.

Pada saat gas neon di dalam tabung starter sudah cukup dingin maka bimetal di dalam tabung starter tersebut akan '*open*' kembali sehingga ballast akan menghasilkan spike tegangan tinggi yang akan menyebabkan terdapat lompatan elektron dari kedua elektroda dan memendarkan lapisan *fluorescent* pada tabung lampu TL tersebut.

Peristiwa ini akan berulang ketika gas di dalam tabung lampu TL tidak terionisasi penuh sehingga tidak terdapat cukup arus yang melewati filamen lampu neon tersebut. Lampu neon akan tampak berkedip.

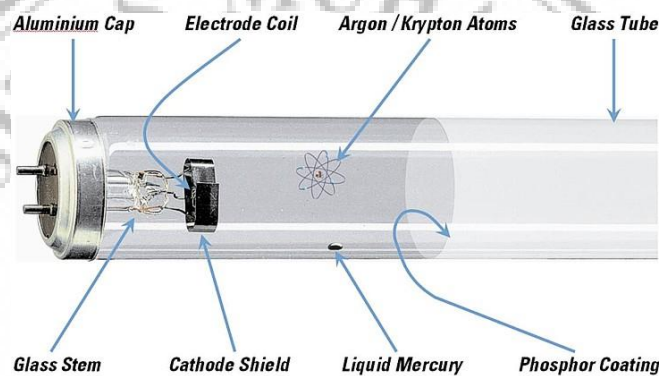
Selain itu jika tegangan induksi dari ballast tidak cukup besar maka walaupun tabung neon TL tersebut sudah *terionisasi* penuh tetap tidak akan menyebabkan lompatan elektron dari salah satu elektroda tersebut.

Besarnya tegangan spike yang dihasilkan oleh *trafo ballast* dapat ditentukan oleh rumus berikut :

$$V = L \frac{di}{dt}$$

Jika proses 'starting up' yang pertama tidak berhasil maka tegangan diujung-ujung starter akan cukup untuk menyebabkan gas neon di dalamnya untuk terionisasi (panas) sehingga starter 'closed'. Dan seterusnya sampai lampu TL ini masuk pada kondisi steady state yaitu pada saat impedansinya turun menjadi ratusan ohm . Impedansi dari tabung akan turun dari ratusan megaohm menjadi ratusan ohm saja pada saat kondisi '*steady state*'. Arus yang ditarik oleh lampu TL tergantung dari impedansi trafo ballast seri dengan impedansi tabung lampu TL.

Selain itu karena tidak ada sinkronisasi dengan tegangan input maka ada kemungkinan pada saat starter berubah kondisi dari '*closed*' ke '*open*' terjadi pada saat tegangan AC turun mendekati nol sehingga tegangan yang dihasilkan oleh ballast tidak cukup untuk menyebabkan lompatan elektron pada tabung lampu TL.



Gambar 2.1 Lampu TL

2.2 Light-Emitting Diode (LED)

Pengertian dari *LED* adalah lampu listrik atau bola lampu untuk digunakan dalam perlengkapan penerangan yang menghasilkan cahaya dengan menggunakan *Light-Emitting Diode* (LED). Lampu LED memiliki umur dan efisiensi listrik yang beberapa kali lebih besar dari lampu pijar, dan secara signifikan lebih efisien daripada kebanyakan lampu neon, dengan beberapa chip yang mampu mengeluarkan lebih dari 300 lumen per watt (seperti diklaim oleh Cree dan beberapa produsen LED lainnya). Pasar lampu LED diproyeksikan tumbuh lebih dari dua belas kali lipat selama dekade berikutnya, dari \$ 2 miliar pada awal 2014 menjadi \$ 25 miliar pada tahun 2023, tingkat pertumbuhan tahunan gabungan sebesar 25%. Pada 2016, LED hanya menggunakan sekitar 10% energi yang dibutuhkan lampu pijar.

Dengan Seperti lampu pada umumnya dan tidak seperti kebanyakan lampu neon (misalnya tabung dan lampu neon kompak atau CFL), LED mencapai kecerahan penuh tanpa memerlukan waktu pemanasan; kehidupan pencahayaan neon juga dikurangi dengan sering menyalakan dan mematikan. Biaya awal LED biasanya lebih tinggi. Degradasi pewarna LED dan bahan kemasan mengurangi keluaran cahaya sampai batas tertentu dari waktu ke waktu.

Beberapa lampu LED dibuat untuk menjadi pengganti drop-in yang kompatibel secara langsung untuk lampu pijar atau lampu neon. Kemasan lampu LED dapat menunjukkan output lumen, konsumsi daya dalam watt, suhu warna pada kelvin atau deskripsi (misalnya "putih hangat"), kisaran suhu operasi, dan kadang-kadang watt setara lampu pijar dari keluaran bercahaya serupa.

Chip LED memerlukan arus listrik arus searah terkontrol (DC) dan rangkaian yang sesuai sebagai driver LED diperlukan untuk mengubah arus bolak balik dari catu daya ke arus arus yang diatur yang diatur oleh LED. LED terpengaruh oleh suhu tinggi, sehingga lampu LED biasanya mencakup elemen disipasi panas seperti heat sink dan sirip pendinginan.

Driver LED adalah komponen penting lampu LED atau tokoh-tokoh. Driver LED yang baik dapat menjamin umur yang panjang untuk sistem LED dan memberikan fitur tambahan seperti peredupan dan kontrol. Driver LED dapat diletakkan di dalam lampu atau lumener, yang disebut tipe built-in, atau diletakkan di luar, yang disebut tipe independen. Menurut berbagai aplikasi, berbagai jenis driver LED perlu diterapkan, misalnya pengemudi outdoor untuk lampu jalan, pengemudi titik dalam ruangan untuk lampu bawah, dan driver linier dalam ruangan untuk lampu panel.

Rangkaian Pemasangan / Instalasi Lampu TL LED



Gambar 2.2 Rangkaian Lampu LED

2.3 Kapasitor Bank

Kapasitor Bank merupakan peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif yang terdiri sekumpulan beberapa kapasitor yang disambung secara parallel untuk mendapatkan kapasitas kapasitif tertentu. Besaran parameter yang sering dipakai adalah KVAR (Kilovolt ampere reaktif) meskipun pada kapasitor sendiri tercantum besaran kapasitansi yaitu Farad atau microfarad.

Fungsi utama dari kapasitor bank yaitu sebagai penyeimbang beban induktif, Seperti yang kita ketahui beban listrik terdiri dari beban reaktif (R), induktif (L) dan kapasitif (C). Dimana peralatan listrik yang sering digunakan dan dijumpai memiliki karakteristik induktif, sehingga untuk menyeimbangkan karakteristik beban tersebut perlu digunakan kapasitor yang berperan sebagai beban kapasitif. Berikut ini adalah beberapa kegunaan dari kapasitor bank:

1. Memerbaiki Power Factor (faktor daya)
2. Menyuplai daya reaktif sehingga memaksimalkan penggunaan daya kompleks (KVA)
3. Mengurangi jatuh tegangan (Voltage drop)
4. Menghindari kelebihan beban transformer
5. Memberikan tambahan daya tersedia
6. Menghindari kenaikan arus/suhu pada kabel

7. Menghemat daya / efisiensi
8. mengawetkan instalasi & Peralatan Listrik
9. Kapasitor bank juga mengurangi rugi – rugi lainnya pada instalasi listrik

2.3.1 Komponen Kapasitor Bank

2.3.1.1 Main switch / load Break switch

Main switch ini sebagai peralatan kontrol dan isolasi jika ada pemeliharaan panel . Sedangkan untuk pengaman kabel / instalasi sudah tersedia disini atasnya (dari) MDP. Main switch atau lebih dikenal load break switch adalah peralatan pemutus dan penyambung yang sifatnya on load yakni dapat diputus dan disambung dalam keadaan berbeban, berbeda dengan on-off switch model knife yang hanya dioperasikan pada saat tidak berbeban .

Untuk menentukan kapasitas yang dipakai dengan perhitungan minimal 25 % lebih besar dari perhitungan KVar terpasang dari sebagai contoh :

Jika daya kvar terpasang 400 Kvar dengan arus 600 Ampere , maka pilihan kita berdasarkan $600\text{ A} + 25\% = 757\text{ Ampere}$ yang dipakai size 800 Ampere.

2.3.1.2 Kapasitor Breaker

Kapasitor Breaker digunakan untuk mengamankan instalasi kabel dari breaker ke Kapasitor bank dan juga kapasitor itu sendiri. Kapasitas breaker yang digunakan sebesar 1,5 kali dari arus nominal dengan $I_m = 10 \times I_r$.

Untuk menghitung besarnya arus dapat digunakan rumus

$$I_n = Q_c / 3 \cdot V_L$$

Sebagai contoh : masing masing steps dari 10 steps besarnya 20 Kvar maka dengan menggunakan rumus diatas didapat besarnya arus sebesar 29 ampere, maka pemilihan kapasitas breaker sebesar $29 + 50\% = 43\text{ A}$ atau yang dipakai 40 Ampere.

Selain breaker dapat pula digunakan Fuse, Pemakaian Fuse ini sebenarnya lebih baik karena respon dari kondisi over current dan Short circuit lebih baik namun tidak efisien dalam pengoperasian jika dalam kondisi putus harus selalu ada penggantian fuse. Jika memakai fuse perhitungannya juga sama dengan pemakaian breaker.

2.3.1.3 Magnetic Contactor

Magnetic contactor diperlukan sebagai Peralatan kontrol. Beban kapasitor mempunyai arus puncak yang tinggi, lebih tinggi dari beban motor. Untuk pemilihan magnetic contactor minimal 10 % lebih tinggi dari arus nominal (pada AC 3 dengan beban induktif/kapasitif). Pemilihan magnetic dengan range ampere lebih tinggi akan lebih baik sehingga umur pemakaian magnetic contactor lebih lama.

2.3.1.4 Reactive Power Regulator

Peralatan ini berfungsi untuk mengatur kerja kontaktor agar daya reaktif yang akan disupply ke jaringan / sistem dapat bekerja sesuai kapasitas yang dibutuhkan. Dengan acuan pembacaan besaran arus dan tegangan pada sisi utama Breaker maka daya reaktif yang dibutuhkan dapat terbaca dan regulator inilah yang akan mengatur kapan dan berapa daya reaktif yang diperlukan. Peralatan ini mempunyai bermacam macam steps dari 6 steps, 12 steps sampai 18 steps.

2.4 Sumber-Sumber daya listrik UMM

Pada tahun 2009 UMM bersama kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) melakukan sebuah percobaan untuk energi hibrid guna mengenalkan sistem hibrid dalam dunia energi khususnya di kalangan akademisi, dan juga digunakan sebagai penelitian atas pengembangan-pengembangan lebih lanjut dalam dunia energi listrik, selain sebagai penunjang atas kebutuhan energi di kampus UMM. Saat ini pembangkit listrik yang diberi nama Sengkaling-1 ini menghasilkan 100 KW dan PV yang menghasilkan daya 2.5 KW. Namun penggunaan dari PLTMH dan PLTS tersebut tidak digunakan guna melengkapi satu sama lain, artinya daya yang dihasilkan oleh kedua pembangkit tersebut langsung

disalurkan untuk menopang beban tanpa perantara batrai. Sehingga fungsi dari metode *hibryd* yang seharusnya saling melengkapi ke dua sumber tidak terpenuhi. Saat ini konfigurasi yang ada di PLTMH sengkaling menggunakan AC Bus, sehingga memungkinkan sumber daya tersebut untuk langsung menuju ke beban. Adapun beban tersebut adalah beban daya dari kampus UMM sendiri.[8]



Gambar 2.3 Kapasitor bank

2.4.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro (PLTMH)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-hidro (PLTMH), biasa disebut mikro-hidro, adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai penggerakannya, misalnya saluran irigasi, sungai atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunnya (*head*, dalam meter) dan jumlah debit airnya(m³/detik). Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik berskala kecil dengan out put antara 1MW – 10 MW yang memanfaatkan aliran air sebagai sumber tenaga. PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut dengan clean energi karena ramah lingkungan. Dari segi teknologi, PLTMH

memiliki konstruksi yang masih sederhana dan mudah dioperasikan serta mudah dalam perawatan dan penyediaan suku cadang. Dari segi ekonomi, biaya operasi dan perawatannya relatif murah sedangkan investasinya cukup bersaing dengan pembangkit listrik lainnya. Secara sosial, PLTMH lebih mudah diterima masyarakat luas dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya seperti PLTN.

Cara kerja PLTMH

Bentuk Pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah bervariasi, tetapi prinsip kerjanya adalah sama, yaitu perubahan tenaga potensial air menjadi energi listrik. Dalam perubahan tersebut, transformasi energi potensial menjadi energi listrik tidak terjadi secara langsung, melainkan melalui beberapa tahapan tertentu. Tahapan perubahan energi tersebut mengalami 3 fase, yaitu:[10]

1. Tenaga potensial – tenaga kinetik.
2. Tenaga kinetik – tenaga mekanik.
3. Tenaga mekanik – tenaga listrik

Alur sistematisnya adalah sebagai berikut memanfaatkan beda tinggi dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran atau sungai. Air yang mengalir melalui intake dan diteruskan oleh saluran pembawa hingga *penstock*, akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Turbin air akan memutar generator dan menghasilkan listrik.

2.5 Electric Transient and Analysis Program (ETAP)

ETAP (Electric Transient and Analysis Program) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan offline untuk simulasi tenaga listrik, online untuk pengelolaan data real-time atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara real-time. Fitur yang terdapat di dalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik. ETAP ini awalnya dibuat dan dikembangkan untuk meningkatkan kualitas keandalan fasilitas nuklir di Amerika Serikat yang selanjutnya dikembangkan menjadi sistem monitor manajemen energi secara *real time*, simulasi, kontrol, dan optimasi sistem tenaga listrik, (Awaluddin,

2007). ETAP dapat digunakan untuk membuat proyek sistem tenaga listrik dalam bentuk diagram satu garis (*one line diagram*) dan jalur sistem pentanahan untuk berbagai bentuk analisis, antara lain: aliran daya, hubung singkat, starting motor, *transient stability*, koordinasi relay proteksi dan sistem harmonisasi. Proyek sistem tenaga listrik memiliki masing-masing elemen rangkaian yang dapat diedit langsung dari diagram satu garis dan atau jalur sistem pentanahan. Untuk kemudahan hasil perhitungan analisis dapat ditampilkan pada diagram satu garis.

Etap Power Station memungkinkan anda untuk bekerja secara langsung dengan tampilan gambar single line diagram/diagram satu garis . Program ini dirancang sesuai dengan tiga konsep utama:

1. Virtual Reality Operasi

Sistem operational yang ada pada program sangat mirip dengan sistem operasi pada kondisi real nya. Misalnya, ketika Anda membuka atau menutup sebuah sirkuit breaker, menempatkan suatu elemen pada sistem, mengubah status operasi suatu motor, dan untuk kondisi de-energized pada suatu elemen dan sub-elemen sistem ditunjukkan pada gambar single line diagram dengan warna abu-abu.

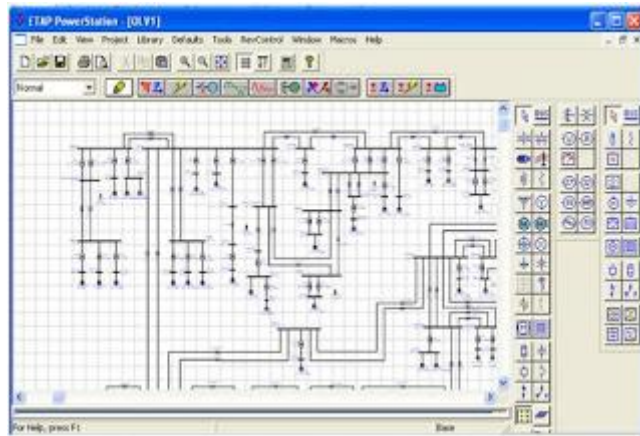
2. Total Integration Data

Etap Power Station menggabungkan informasi sistem elektrik, sistem logika, sistem mekanik, dan data fisik dari suatu elemen yang dimasukkan dalam sistem database yang sama. Misalnya, untuk elemen sebuah kabel, tidak hanya berisikan data kelistrikan dan tentang dimensi fisik nya, tapi juga memberikan informasi melalui raceways yang di lewati oleh kabel tersebut. Dengan demikian, data untuk satu kabel dapat digunakan untuk dalam menganalisa aliran beban (*load flow analysis*) dan analisa hubung singkat (*short-circuit analysis*) -yang membutuhkan parameter listrik dan parameter koneksi- serta perhitungan ampacity derating suatu kabel -yang memerlukan data fisik routing-.

3. Simplicity in Data Entry

Etap Power Station memiliki data yang detail untuk setiap elemen yang digunakan. Dengan menggunakan editor data, dapat mempercepat proses entri data suatu elemen. Data-data yang ada pada program ini telah di masukkan sesuai dengan data-

data yang ada di lapangan untuk berbagai jenis analisa atau desain.



Gambar 2.4 tampilan Worksheet ETAP 12.6

ETAP PowerStation dapat melakukan penggambaran single line diagram secara grafis dan mengadakan beberapa analisa/studi yakni Load Flow (aliran daya), Short Circuit (hubung singkat), motor starting, harmonisa, transient stability, protective device coordination, dan cable derating.

ETAP PowerStation juga menyediakan fasilitas Library yang akan mempermudah desain suatu sistem kelistrikan. Library ini dapat diedit atau dapat ditambahkan dengan informasi peralatan bila perlu. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam bekerja dengan ETAP PowerStation adalah :

- **One Line Diagram**, menunjukkan hubungan antar komponen/peralatan listrik sehingga membentuk suatu sistem kelistrikan.
- **Library**, informasi mengenai semua peralatan yang akan dipakai dalam sistem kelistrikan. Data elektrik maupun mekanis dari peralatan yang detail/lengkap dapat mempermudah dan memperbaiki hasil simulasi/analisa.
- **Standar yang dipakai**, biasanya mengacu pada standar IEC atau ANSI, frekuensi sistem dan metode – metode yang dipakai.
- **Study Case**, berisikan parameter – parameter yang berhubungan dengan metode studi yang akan dilakukan dan format hasil analisa.

Elemen AC Proteksi Sistem Tenaga Listrik

Komponen elemen *ac* pada *software power station* ETAP dalam bentuk diagram satu garis ditunjukkan pada Gambar, kecuali elemen-elemen IDs,

penghubung bus dan status. Semua data elemen *ac* dimasukkan dalam editor yang telah dipertimbangkan oleh para ahli teknik. Daftar seluruh elemen *ac* pada *software power station ETAP* ada pada *AC toolbar*.

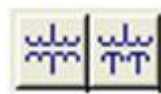


Gambar 2.5 Toolbox pada ETAP 12.6

Elemen-elemen AC di ETAP

1. Transformator

Transformator 2 kawat sistem distribusi dimasukkan dalam *editor power station software* transformator 2 kawat pada *power station software* ETAP ditunjukkan Gambar Simbol transformator 2 kawat.



Gambar 2.6 Simbol transformator 2 kawat di ETAP

2. Generator

Generator sinkron sistem distribusi tenaga listrik dimasukkan dalam *editor power station* ETAP berupa rating KV, rating MW, dan mode kerja yang ditampilkan pada bagian atas informasi editor generator. Simbol generator sinkron pada *power station software* ETAP ditunjukkan pada Gambar.



Gambar 2.7 Simbol Generator di ETAP

3. Load

Beban listrik sistem distribusi tenaga listrik dimasukkan dalam *editor power station* ETAP berupa rated kV dan MVA yang ditampilkan pada bagian atas informasi editor load. Di ETAP terdapat dua macam beban, yaitu beban statis dan beban dinamis. Simbol generator sinkron pada *power station software* ETAP ditunjukkan pada Gambar.



Gambar 2.8 Simbol beban statis dan dinamis di ETAP

4. Pemutus Rangkaian

Merupakan sebuah saklar otomatis yang dirancang untuk melindungi sebuah rangkaian listrik dari kerusakan yang disebabkan oleh kelebihan beban atau hubungan pendek. Simbol pemutus rangkaian di ETAP ditunjukkan pada gambar.



Gambar 2.9 Simbol pemutus rangkaian di ETAP

5. Bus

Bus AC atau *node* sistem distribusi tenaga listrik dimasukkan dalam *editor power station software* ETAP. Editor bus sangat membantu untuk pemodelan berbagai tipe bus dalam sistem tenaga listrik. Generator, motor dan beban statik adalah elemen yang dapat dihubungkan dengan beberapa bus yang diinginkan. Simbol bus pada *power station software* ETAP ditunjukkan Gambar.



Gambar 2.10 Simbol bus di ETAP

Elemen-elemen di ETAP

Suatu sistem tenaga terdiri atas sub-sub bagian, salah satunya adalah aliran daya dan hubung singkat. Untuk membuat simulasi aliran daya dan hubung singkat, maka data-data yang dibutuhkan untuk menjalankan program simulasi antara lain:

- Data Generator
- Data Transformator
- Data Kawat Penghantar
- Data Beban
- Data Bus

Elemen Aliran Daya

Program analisis aliran daya pada *software* ETAP dapat menghitung tegangan pada tiap-tiap cabang, aliran arus pada sistem tenaga listrik, dan aliran daya yang mengalir pada sistem tenaga listrik. Metode perhitungan aliran daya dapat dipilih untuk efisiensi perhitungan yang lebih baik. Metode perhitungan aliran daya pada *software* ETAP ada tiga, yaitu: Newton Raphson, Fast-Decouple dan Gauss Seidel seperti yang telah diuraikan sebelumnya.



Gambar 2.11 Toolbar Load Flow di ETAP

Gambar dari kiri ke kanan menunjukkan *tool* dan *toolbar* aliran daya, yaitu:

- *Run Load Flow* adalah *icon toolbar* aliran daya yang menghasilkan atau menampilkan hasil perhitungan aliran daya sistem distribusi tenaga listrik dalam diagram satu garis.
- *Update Cable Load Current* adalah *icon toolbar* untuk merubah kapasitas arus pada kabel sebelum load flow di running
- *Display Option* adalah bagian tombol untuk menampilkan hasil aliran daya.
- *Alert* adalah *icon* untuk menampilkan batas kritis dan marginal dari hasil keluaran aliran daya sistem distribusi tenaga listrik.
- *Report Manager* adalah *icon* untuk menampilkan hasil aliran daya dalam bentuk report yang dapat dicetak.

Elemen Hubung Singkat

Short-Circuit Analysis pada Etap Power Station menganalisa gangguan hubung singkat tiga phasa, satu phasa ke tanah, antar phasa dan dua phasa ke tanah pada sistem tenaga listrik. Program Short-Circuit Analysis Etap PowerStation menghitung arus total hubung singkat yang terjadi. Etap Power Station menggunakan standar ANSI/IEEE (seri C37) dan IEC (IEC 909 dan lainnya) dalam menganalisa gangguan hubung singkat yang bisa dipilih sesuai dengan keperluan. Untuk memulai Short-Circuit Analysis maka single line diagram (SLD) sistem tenaga listrik digambarkan terlebih dahulu dengan memperhatikan komponen serta peralatan yang digunakan.

Memberi Gangguan Pada Bus

Untuk dapat melakukan analisa hubung singkat ini maka pada bus yang akan dianalisa harus diberi gangguan dengan cara pada bus yang diinginkan ada gangguan di klik kanan setelah itu pilih option fault, jika ingin mengembalikan seperti semula pilih option don't fault (lihat gambar).



Gambar 2.12 Toolbar Short Circuit di ETAP

Adapun toolbar short circuit analysis ada dua macam standar yang dipilih.

1. Toolbar ANSI Standard



Gambar 2.13 Toolbar Short Circuit ANSI Sandard di ETAP

- 3-Phase Fault Device Duty : untuk menganalisa gangguan 3 phasa.

- 3-Phase Faults - 30 Cycle Network : untuk menganalisa gangguan 3 phasa pada system dengan waktu 30 cycle.
- LG, LL, LLG, & 3-Phase Faults - ½ Cycle: untuk menganalisa gangguan satu phasa ke tanah , antar phasa, dua phasa ke tanah dan 3 phasa selama ½ cycle
- LG, LL, LLG, & 3-Phase Faults - 1.5 to 4 Cycle: untuk menganalisa gangguan satu phasa ke tanah , antar phasa, dua phasa ke tanah dan 3 phasa antara 1,5 sampai 4 cycle.
- LG, LL, LLG, & 3-Phase Faults - 30 Cycle: untuk menganalisa gangguan satu phasa ke tanah , antar phasa, dua phasa ke tanah dan 3 phasa selama 30 cycle
- Save Fault kA for PowerPlot: untuk studi lebih lanjut dengan program powerplot yang berhubungan dengan koordinasi.
- Short circuit Display Options: untuk mengatur hasil short circuit yang ditampilkan sesuai dengan peralatan yang operasi.
- Short circuit Report Manager: untuk menampilkan hasil short circuit
- Halt Current Calculation: untuk menghentikan proses running short circuit
- Get Online Data: untuk menyalin data online jika computer interkoneksi dengan menggunakan PSMS (online feature)
- Get Archived Data: untuk menyalin data online jika computer terinterkoneksi.

2. Toolbar IEC Standard



Gambar 2.14 Toolbar Short Circuit IEC Standard di ETAP

- 3-Phase Faults - Device Duty (IEC909): untuk menganalisa gangguan 3 phasa sesuai standar IEC 909.
- LG, LL, LLG, & 3-Phase Faults (IEC 909) : untuk menganalisa gangguan satu phasa ke tanah , antar phasa, dua phasa ke tanah dan 3 phasa dengan standar IEC 909.
- 3-Phase Faults - Transient Study (IEC 363): untuk menganalisa gangguan satu phasa ke tanah , antar phasa, dua phasa ke tanah dan 3 phasa dengan standar IEC 363.

- Save Fault kA for PowerPlot: untuk studi lebih lanjut dengan program powerplot yang berhubungan dengan koordinasi.
- Short circuit Display Options: untuk mengatur hasil short circuit yang ditampilkan sesuai dengan peralatan yang operasi.
- Short circuit Report Manager: untuk menampilkan hasil short circuit
- Halt Current Calculation: untuk menghentikan proses running short circuit
- Get Online Data: untuk menyalin data online jika computer interkoneksi dengan menggunakan PSMS (online feature)
- Get Archived Data: untuk menyalin data online jika computer terinterkoneksi

